

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平9-511061

(43) 公表日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I
G 0 1 L 9/04	1 0 1	7708-2F	G 0 1 L 9/04 1 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平7-525159  
 (86) (22) 出願日 平成7年(1995)2月22日  
 (85) 翻訳文提出日 平成8年(1996)9月27日  
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 5 / 0 2 2 4 5  
 (87) 国際公開番号 W O 9 5 / 2 6 4 9 5  
 (87) 国際公開日 平成7年(1995)10月5日  
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 2 1 9 , 3 9 8  
 (32) 優先日 1994年3月29日  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)  
 (81) 指定国 E P (A T , B E , C H , D E ,  
 D K , E S , F R , G B , G R , I E , I T , L U , M  
 C , N L , P T , S E ) , B R , C A , C N , J P , P  
 L

(71) 出願人 ローズマウント インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 55344 ミネソタ州、エ  
 デン プレイリー、テクノロジー ドライ  
 ブ 12001  
 (72) 発明者 ロモ, マーク ジー.  
 アメリカ合衆国 55347 ミネソタ州、エ  
 デン プレイリー、ネイル レイク ロー  
 ド 9111  
 (74) 代理人 弁理士 平木 道人 (外1名)

(54) 【発明の名称】 微細機械加工されたセンサ用の強固接合部

(57) 【要約】

圧力のかかった流体を受け入れる微細機械加工された装置 (32) は、少なくとも1つの接合部境界 (35) に沿って互いに接合された複数の層 (34, 36) を有し、前記接合部境界は圧力のかかった液体に境する終端を有する。少なくとも1つの接合部境界 (35) の近傍において、少なくとも1つの層 (34, 36) は、接合部終端の近くで応力の大きさを低減させるような形状を有する。好ましい実施例では、少なくとも1つの層 (34) の幅が接合部境界 (35) に向かって増大し、装置が破壊することなく作動できる圧力を増大させる。他の実施例では、接合部境界 (35) に隣接する2つの層 (34, 36) の幅が、接合部境界 (35) の近傍で、接合部境界 (35) に向かって増大する。また、層 (34, 36) は、接合部境界 (35) に垂直で、かつ空洞に境する接合部境界の端部を通過する基準線に対して、前記空洞が該基準線および少なくとも前記壁の1つの間にはみ出しているような壁の形状を有する。

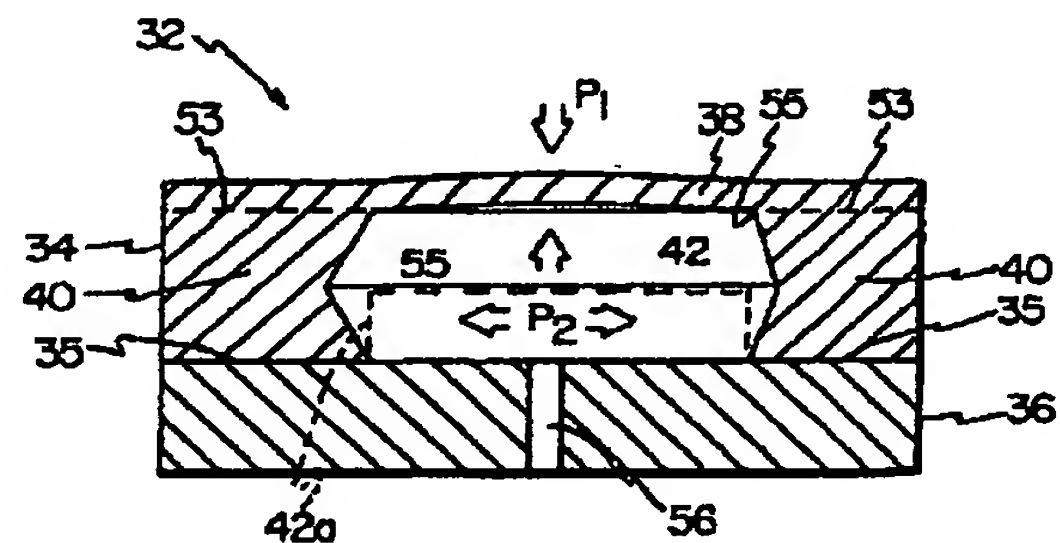


Fig. 3

**【特許請求の範囲】**

1. 圧力のかかった流体の受け入れに適用するための、微細機械加工された装置であって、

第1の層と、

終端を有する接合部境界に沿って前記第1の層に接合された第2の層とを有し

、

前記接合部境界の近傍において、前記第2の層が、前記終端に隣接する応力の大きさを低減させて、増大する流体圧力下で破壊を伴うことなく当該装置の作動を可能にする形状を有することを特徴とする装置。

2. 前記第2の層が、前記接合部境界の近傍において、該接合部境界に向かって増大する幅を有していることを特徴とする請求項1記載の装置。

3. 前記幅が実質的に一様に増大していることを特徴とする請求項2記載の装置。

4. 前記幅が実質的に段階的に増大していることを特徴とする請求項2記載の装置。

5. 前記幅の実質的に段階的な増大が、厚みと長さを有するタブ規定し、

前記タブの長さが少なくとも該タブの厚みと同一またはそれ以上であることを特徴とする請求項4記載の装置。

6. 前記第2の層は、その内部の空洞および該空洞と境する壁をさ

らに有し、前記幅が前記壁の幅であることを特徴とする請求項2記載の装置。

7. 前記装置は圧力のかかった流体を受入れるための空洞を有し、かつ前記第2の層は前記空洞と境する接合部境界に近い壁面を有するとともに、前記壁面および前記接合部境界がなす幾何学的角度が90度以下であることを特徴とする請求項1記載の装置。

8. 前記角度が5度ないし70度の間の値であることを特徴とする請求項7記載の装置。

9. 前記装置は圧力のかかった流体を受入れるための空洞を有し、かつ前記第2の層は前記空洞に隣接し、かつ前記接合部境界に近い壁面を有するとともに、前

記空洞が、前記壁面と、前記接合部境界に垂直で、かつ前記終端を通過する基準線との間にはみ出していることを特徴とする請求項1記載の装置。

10. 前記空洞はさらに、前記基準線と、前記接合部境界に近く、かつ前記空洞に対向している前記第1の壁面との間にもはみ出していることを特徴とする請求項9記載の装置。

11. 前記第2の接合部境界に沿って前記第2の層に接合された第3の層をさらに具備し、該第2の層が前記第1および第3の層間にサンドイッチ状に挟まれていることを特徴とする請求項1記載の装置。

12. 前記第2の接合部境界は第2の終端を有し、該第2の接合部境界の近傍において、前記第2の層および第3の層のうちの少なく

とも1つの層が前記第2の終端近傍での応力を低減させる形状を有していることを特徴とする請求項11記載の装置。

13. 前記少なくとも1つの層は、前記第2の接合部境界の近傍において、その幅が前記第2の接合部境界に向かって増大していることを特徴とする請求項12記載の装置。

14. 前記装置は圧力のかかった流体を受け入れるための空洞を有し、前記少なくとも1つの層が前記第2の接合部境界に近く、かつ前記空洞に隣接する壁面を有するとともに、前記空洞が前記壁面および前記第2の接合部境界に垂直で、かつ前記第2の終端を通過する基準線の間にはみ出していることを特徴とする請求項12記載の装置。

15. 前記第2の層が、シリコン、ガリウムヒ素、サファイア、セラミック、ガラス、石英からなる群から選択された材料からなることを特徴とする請求項1記載の装置。

16. 前記第1および第2の層の間に挟まれた薄層材料をさらに具備したことを特徴とする請求項1記載の装置。

17. 少なくとも前記第2の層の一部に機械的に結合された圧力応答装置をさらに具備したことを特徴とする請求項1記載の装置。

18. 前記圧力応答装置に接続されて圧力の表示を出力する圧力測定回路をさら

に具備したことを特徴とする請求項17記載の装置。

19. 圧力のかかった流体の受け入れに適用するための、微細機械加工された装置の製造方法において、

それぞれが第1および第2の接合面を有する第1および第2の層を提供し、  
圧力のかかった流体を受け入れるための空洞を、該空洞に隣接する壁が前記第1または第2の接合面のそれぞれの近傍において、前記第1または第2の接合面に向かってそれぞれ増大する幅を有するように、前記第1および第2の層の少なくとも1つの中に形成し、

前記第1および第2の接合面に沿って、前記第1および第2の層を接合することを特徴とする微細機械加工された装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 発明の名称

微細機械加工されたセンサ用の強固接合部

## 発明の背景

本発明は、互いに接合された多材料層から構成された装置であり、内部圧力流体からの爆発的な力にさらされる装置に関する。特に、本発明は圧力センサ、とりわけ微細機械加工技術を使って脆い材料で製造された圧力センサの構造に対する適用に着目したものである。

ここで使用されている「微細機械加工された： micromachined」およびこれから派生する用語は、少なくとも一部に、写真蝕刻、化学およびプラズマエッチング、化学的沈積（デポジッション）、プラズマ沈積等の固体状態処理技術、および当業者には既知の同様のプロセスで製造されることができる事項を意味する。

図1において、測定されるべき圧力 $P$ は上シリコン部品12および基層14を含む従来技術の圧力変換器10に作用する。部品12はその中にダイヤフラム16を含み、内部空洞18を規定するように形成される。ダイヤフラム16の中または近くに形成されているのはピエゾ抵抗ゲージの抵抗器22, 24であり、少なくともその1つは圧力 $P$ の関数であるダイヤフラム16の歪み量に応じて変化する抵抗値を示す。図示しない測定回路を抵抗器22, 24に接続し、圧力 $P$ の関数である出力を発生する。

図1に示したような従来技術の装置では、それらが装置内の加圧

流体からの高い引張力にさらされた場合に、難点が生じる。例えば、変換器10が差圧装置内に使用された場合、空洞18は孔20を通じて高圧がかかった流体で満たされる。内部圧力 $P'$ が外部圧力 $P$ を大きく超えた場合、部分12および基層14間の境界28に沿った応力の大きさ26は、境界28近くにおける層12, 14の形状によって、境界28の終端30に向かって急速に増大する（図2参照）。既存の微視的割れまたは他のひび29が終端30に存在した場合、これらの割れまたはひび29に関する応力強度ファクタは比較的高くなるであろう。

機械工学の分野において、構造物内のあらゆる所与の点における「応力」は、小さく分割された領域における任意の点上の小領域に作用する正味（ネット）の力である。応力はベクトル量であり、パスカルの単位（ $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ）で測定される。対照的に、「応力強度ファクタ」は機械構造物内に存在する割れの先頭部の解析に使用されるスカラー量であり、 $\text{Pa} \cdot \sqrt{\text{m}}$ （または、等価的に、 $\text{N/m}^{3/2}$ ）の単位を有する。応力強度ファクタが材料の「破壊強度」と呼ばれる臨界値を超えた場合、割れの先頭部が成長して材料の破壊をもたらす。例えばシリコンの破壊強度は控え目に見積もって約  $7 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \sqrt{\text{m}}$  である。読者は、応力強度ファクタおよび破壊強度のさらなるバックグラウンドの検討のために、1986年発行、デイビッド ブローク (David Broek) 著の基本破壊機械工学 (Elementary Engineering Fracture Mechanics) を参照できる。

#### 発明の概要

本発明は境界に最も近い層の少なくとも1つを、接合部終端に隣接する応力の大きさが低減するように整形し、それによって前記接合部終端におけるあらゆる割れの応力強度ファクタを低減させ、破壊の契機を低減して著しく高い内部圧力に装置が耐えうるようにする。本発明の1つの特徴では、微細機械加工された装置は加圧流体を受入れるように適合されるとともに、接合部境界に沿って互いに結合された第1および第2の層を含む。装置が破壊を伴わずに受け入れることができる流体の圧力を増大させるように、前記接合部境界の近くにおいて、前記第2の層の幅は接合部境界に向かって増大する。

好ましい実施例において、微細機械加工された装置は少なくとも1つの接合部境界に沿って互いに結合された複数の層を有する。前記装置はまたその中に空洞を有する。前記空洞と境を接する終端を有する各接合部境界において、前記接合部境界に隣接した2つの層は、それぞれ前記接合部境界付近に第1および第2の壁面を有する。前記第1および第2の壁面は、前記接合部境界に垂直で、かつ前記接合部境界終端を通過する基準線に対し、前記空洞が前記基準線と前記第1および第2の壁面の少なくとも一方との間にはみ出すような形状を有する。

#### 図面の簡単な説明



図1は従来技術の圧力変換器を示す断面図である。

図2は圧力 $P'$ が圧力 $P$ よりも大きい場合の、図1の圧力変換器の詳細を示す拡大図である。

図3は本発明による圧力変換器を示す断面図である。

図4は図3の圧力変換器の詳細図である。

図5は従来技術の接合部および本発明の接合部について、接合部境界に沿った位置の関数として、応力の大きさをグラフで表した図である。

図6は本発明の接合部のテストに使用された構成を示す断面図である。

図7は従来の接合部のテストに使用された構成を示す断面図である。

図8は本発明による別の実施例の圧力変換器を示す断面図である。

図9は本発明による他の実施例の圧力変換器を示す断面図である。

図10は本発明に関するさらに別の実施例の圧力変換器を示す断面図である。

便宜のため、図中、同一の参照符号を付した部分は、同一のものまたは同一もしくは類似の機能を有するものである。

好ましい実施形態の詳細な説明

図3において、圧力変換器32は接合部境界35に沿って第2の層36に接合された第1の層34を含む。変換器32は外部圧力 $P_1$ および内部圧力 $P_2$ の差圧を測定し、好ましくは、前記各圧力はシリコン油もしくは他の実質的に非圧縮の液体、または窒素も

しくは空気のような他の流体によって変換器32に伝達される。代替的に、 $P_1$ は真空であることができる。図示しない一般的な感知手段が層34のダイヤフラム38の上、内部または近くに設けられ、差圧を表す変換器出力を発生する。前記感知手段は図1に示したような1またはそれ以上の拡散型ピエゾ抵抗ゲージの抵抗器、それに接続されるブリッジ回路、増幅器、および温度補償器からなることができる。代替的に、前記感知手段は、ダイヤフラム38の上に配置された導電層からなることもでき、該導電層はその近くに保持された他の導電体とともに圧力感知可変コンデンサを形成する。ダイヤフラム38自体が導電性であるなら

ば、その上に配置される導電層は省くことができる。他の代替として、感知手段はダイヤフラム38上の反射面からなることができ、例えばファブリ・ペロー技術を使用した既知の光学的変位測定システムとともに使用される。

本発明は、圧力 $P_2$ が圧力 $P_1$ を大きく超えることによって、変換器32が、傷み易い場所で該変換器32を破壊しかねない爆発的な力を経験するような用途において有利に使用される。図1および図2に関して示したように、圧力のかかる内部空洞を有する変換器の傷み易い場所は空洞と境を接する接合面の終端である。陽極接合、溶融接合、および脆い材料の固体状体処理に使用される他の接合の端縁（エッジ）は、著しい差圧にさらされる前から、図2に示したような微視的割れまたはひびを有する傾向にあることが観察されている。内部圧力流体に起因する高い応力にさらされたとき、前記割

れまたはひびは装置内の破壊を促進する。本発明によれば、層34は接合部終端50に隣接する部分での応力の大きさを低減するような接合部境界35付近の形状を有する。

層34の前記応力低減形状は種々の方法で特徴付けることができる。圧力のかかった空洞42を取り囲む層34の壁40は、接合部境界35の近くでは、接合部境界35に向かって増大するような幅を有する。すなわち、幅44は幅46より大きい（図4参照）。空洞42と対向する壁40の面48およびその近くの接合部終端50は、接合部境界35と90度以下の角度をなしている。接合部境界35に垂直で接合部終端50を通過する線分52に関して、空洞42は該線分52および壁面48の間まで広がっている。

層34, 36がシリコン、ガリウムヒ素、サファイア、セラミック、ガラス等の脆い材料で構成され、かつ圧力 $P_2$ が圧力 $P_1$ を超える場合、図3および図4に示すように形成された層34, 36は、従来技術の構造と比較して、接合部終端50に隣接する部分での応力の大きさを低減させる効果を奏する（曲線54参照）。接合部終端のあらゆる割れに対しても応力強度ファクタが低減されるので、変換器32内の他の傷み易い場所もまたこのような圧力に耐え得るならば、変換器32は変換器10よりも高い内部圧力に耐え得ることができる。



変換器 3 2 の潜在的に傷み易い場所は、応力の大きさが非常に高くなる可能性の強い内部空洞 4 2 の隅部 5 5 である。層 3 4 が単体

部品である場合、例えばダイヤフラム 3 8 が単に化学的に層 3 4 の一部を除去して構成されている場合、隅部 5 5 は、ダイヤフラム 3 8 が壁 4 0 に接合されて、結果的に隅部 5 5 で終端する接合部境界 5 3 を伴う場合よりも大幅に高い圧力  $P_2$  に耐え得ることが観察されている。したがって、層 3 4 が図 3 に示すように単体部品であるならば、図 4 の接合部は、変換器 3 2 が破壊されることなしに、より高い内部圧力に耐え得るようにするであろうが、もし層 3 4 が、壁 4 0 に接合されたダイヤフラム 3 8 を含むならば、図 4 の接合部は、隅部 5 5 で終端する接合部の強度に依存して、変換器 3 2 を、より高い内部圧力に耐え得たり、耐え得なかったりさせるであろう。さらに、ダイヤフラム 3 8 が境界 5 3 に沿って壁 4 0 に接合されていたならば、図 3 に示した壁 4 0 の形状は、図 2 に示したような接合部と比較して、隅部 5 5 に隣接する応力の大きさを低減させるであろう。

好ましい実施例において、層 3 4 は  $[100]$  面（方位）のシリコンからなる。空洞 4 2 は、リアクタンス性イオンエッチングによって空洞部分 4 2 a が指向性エッチングで形成された後、空洞 4 2 の残部が KOH 等の異方性エッチングによって形成される。それ故に、壁面 4 8 はシリコンの  $[111]$  面に対応し、接合部境界 3 5 に対して約 55 度の角度を形成する。約 5 度ないし 70 度の角度で、満足できる機能が得られると考えられる。層 3 6 は  $[100]$  面のシリコンからなり、ポート 5 6 はエッチングまたはドリル加工によ

って形成される。図 3 の面に垂直で、接合部境界 3 5 に平行な平面内において、ポート 5 6 は任意の形状にすることができ、空洞 4 2 は矩形であることができる。層 3 4, 3 6 はおおよそ 0.1 ~ 2.0 mm の厚さであるのが好ましい。終端 5 0 における微視的割れの応力強度を低下させ、それによって層 3 4, 3 6 間の接合部の強固さを増大させるために、壁 4 0 は接合面 3 5 の近くで、接合面 3 5 に向かって、実用できる範囲で急峻に増大する幅を有しなければならない。換言すれば、壁面 4 8 および接合面 3 5 間の角度は実用できる範囲で小さくなければ

ならない。

接合部境界35は、周知の熔融接合部または陽極接合部であることができる。本発明に一般的に使用できる熔融接合は、ダブリュー・ピー・マスザラ (W. P. Maszara) によって、電気化学学会誌 (J. Electrochemical Soc.) の1991年1月号第341ないし347ページの論文「ウエハ接合による絶縁体上のシリコン」に示されている。本発明に一般的に使用できる陽極接合は、1985年発行、クリフォード・ディー・フン (Clifford D. Fung) 他編による「変換器の微細機械加工およびマイクロパッケージング」中の、コー (Ko) 等による「マイクロセンサのための接合技術」に示されている。さらに、酸化物、金属、その他の材料の薄層を層34, 36間に使用することができる。これらの薄層が、金、白金または同様の延性材料から構成されたならば、ある場合には、処理中にこれらの薄層が変形するか、またはさらに前記層と合金を作ることさ

えあって、先に述べた接合部境界終端における既存の微視的割れを埋め、これによって破壊の発生を抑制し、かつ接合部の強固さをさらに向上させる。前記薄層の総合厚みは層34, 36のいずれかの厚さの10%以下であるのが好ましい。

図5に重ねて示したのは、それぞれの変換器を所与の内部流体圧力にさらした場合の、図2および図4に概略を示した接合部に対応する応力の大きさを表した曲線26a, 54aである。この状況および任意の他の場合において、内部流体圧力は比較的大きな内部流体圧力および、もしあるならば、それより小さな外部流体圧力の差圧に相応することが理解されるべきである。曲線26a, 54aは等しい長さ ( $X_2 - X_1$ ) の接合面に等しい荷重をかけた場合について示す（すなわち、位置  $X_1$  から位置  $X_2$  までの曲線26aの積分は同一範囲内での曲線54aの積分に等しい）。位置  $X_1$  は圧力がかかった空洞と境界を接する接合部終端に対応し、位置  $X_2$  は接合部終端の反対側に対応する。両曲線は位置  $X_1$  に向かって急激に上昇し、応力の大きさはグラフの目盛空はみ出す。しかし、位置  $X_1$  に隣接した位置では、曲線54aは曲線26aよりも遥かに低いレベルの応力の大きさである。接合部終端近傍でのこの応力の減少は、位置  $X_1$  からより離れた、 $X_1$  および  $X_2$  の中間位置での応力レベルのより高い消費によって達成される。本発

明による接合部の場合、位置X<sub>1</sub>で発生する微視的割れは図2に示した従来技術の接合部と比較して、低減された応力強度ファクタを示す。

図6および図7の構成が、接合部70に対する接合部60の強固さを証明するため、高圧力環境でテストされた。図6の構成62は、接合に先立ってエッチングで空洞68が形成された0.89mm厚のシリコン層66に熔融接合された1.27mm厚のシリコン層64を有する。図7の構成72は、接合に先立ってエッチングで空洞78がもたらされた0.89mm厚のシリコン層76に熔融接合された1.27mm厚のシリコン層74を有する。水平方向において、両方の構成62, 72の全体の幅は約6.35mm、空洞68および78の最小幅はいずれも約2.3mm、空洞68および78の最大幅はいずれも約2.96mmである。構成62, 72ならびに空洞68, 78は、接合部境界に平行で、かつ図6および7の面に垂直な基準面内において実質的に正方形であった。空洞78はKOH溶液で行われる両面同時エッチングを伴うマスク処理段階で形成された。空洞68は、層66が図6に示した壁形状になるまでの長時間の間KOH溶液中に保持されるほかは、前記と同様な段階を使用して形成された。

それぞれの構成のサンプルが作られ、空洞68, 78にシリコン油で圧力がかけられ、それぞれの破壊が生じるまで前記圧力が高められた。破壊が発生したときの油の圧力が記録された。その結果は次の表にまとめられている。

	構成 6 2	構成 7 2
供試サンプル数	1 6	1 3
破壊時圧力ー最低	6 0 0 0 p s i	2 0 0 0 p s i
破壊時圧力ー平均	6 7 0 0 p s i	2 2 3 0 p s i

テスト結果は、破壊を発生させるのに要した内部圧力の測定による接合部 6 0 の強固さが、接合部 7 0 のそれよりも約 3 倍良好であることを示している。検査によれば、構成 7 2 内の破壊が図 7 の破壊 8 0 と似ており、接合面境界 7 3 の終端 7 1 に端を発することが明らかになった。

図 8 の変換器 8 2 は、上層 6 4 (図 6 の) が、圧力応答ダイヤフラム 3 8 を有する層 3 4 (図 3 参照) で置き換えられて、拡大された内部空洞 6 8 a を形成している以外は、構成 6 2 と同様である。壁 4 0 および壁 6 6 a のいずれもが、接合部境界 8 6 の近くで、接合部境界 8 6 に向かって幅が増大しているので、接合部 8 4 は接合部 6 0 よりも増大された強固さを有していると考えられる。変換器 8 2 はまた、接着、電気絶縁または他の目的のため、層 3 4, 6 6

間に薄層 8 5 を有する。

図 9 の変換器 8 8 は、図 1 の層 1 2 に似た単体の最上層 9 0 を有する。接合部境界 9 2 に沿って、層 9 0 に層 9 4 が溶融接合される。層 9 4 はシリコンから形成され、接合前に次の手法で形作られるのが好ましい。すなわち、上面および底面 9 6, 9 8 に深さ約 0 ~ 5  $\mu$ m までボロン不純物を拡散させ、つぎに拡散シリコンをエッチングする等方性エッチング剤を使用した標準的な写真蝕刻手順で、拡散部の深さまで面 9 6, 9 8 をエッチングすることによって両面 9 6, 9 8 を

パターン形成し、さらに電気化学エッチング、または層94の非拡散部のみをエッチングする等方性および異方性エッチング剤の組み合わせを使用して層94の残部をエッチングすることによって空洞100を形成する。

このように形成された層94は境界92に向かって段階的な態様で急激に増大する幅を有している。この急激な幅の変化、および接合部境界92の終端におけるタブ102の相対的な薄さが層90および94間の接合部の強固さを増大させると考えられる。タブ102は、タブの可撓性を増大させ、変換器の強固さを増大させるように、その長さ（すなわち、タブ102に沿った壁の幅の部分）がその厚さと等しいかまたはそれよりも大きいのが好ましい。図示のように層94はまたタブ104を含み、ベース層（図示せず）および層94の面98間の接合部の強固さを増大させる。タブ104は、その厚さおよび長さ対厚さの比がタブ102と同様であるのが

好ましい。タブ102、104は空洞100を囲んでいる。

図10においては、固体（粉体および微粒子を含む）、液体、または気体からのプロセス圧力 $P_3$ が変換器108の隔離ダイヤフラム106上に作用する。シリコン油のような非圧縮流体が、空洞110および空洞112、ならびに半田接続部120、122を介して、ベース層116および隔離器本体118に封止可能にそれぞれ結合された細（毛細）管114を満たしている。圧力 $P_3$ は前記非圧縮流体に圧力をかける。所望ならば、細管114は省略し、本体118を層116に装着することができる。代替として、圧力 $P_3$ を発生する固体、液体、気体は空洞112に直接供給されることができる。変換器108は単体層126の一部である感知ダイヤフラム124を含む。わずかに曲げて図示してあるダイヤフラム124は空洞112および空洞128間の差圧の関数で動き、またダイヤフラム124には感知手段130が接続され、圧力 $P_3$ の関数としての出力32を発生する。感知手段130は、先に述べたものを含む、ダイヤフラムの応力または偏向を測定する公知の手段であることができる。図示のように、感知手段130は導電体129a、129bに接続されてそれらの間の容量を測定する。

変換器108は脆い層134, 126, 66、および116を含み、これらはすべてがシリコンからなり、そして溶融接合で一体になっているのが好ましい。層66は実質的に図6および図8に関して説明したものである。層134および126は公知の微細機械加

工技術で作ることができる。ベース層116は図3の層36と類似である。空洞128は実質的に真空にすることができ、この場合出力132は圧力 $P_3$ の絶対圧測定値を表わす。代替的に、空洞128は大気に対して通気されることができ、この場合出力132は圧力 $P_3$ のゲージ圧測定値を表わす。いずれの場合にも層134および126間の接合部136は本発明による強固な接合部である必要はない。なぜなら空洞128は著しい加圧を経験することはない、したがって接続部境界135は大きな引っ張り応力を受けることはないからである。

しかしながら、接合部138および140は圧力のかかった空洞112に隣接するので、図示のように、本発明に従ったものとするべきである。したがって、壁66aは、それぞれ接合部境界142, 144の近くでこれら接合部境界に向かって増大する幅を有する。壁66aは、接続部境界142, 144の近くで空洞112に面する壁面を有し、該壁面はそれぞれ接続部境界142, 144に対して90度より小さい角度をなす。空洞112は前記壁面と、接合部境界142, 144に垂直で該境界の終端を通過するように描かれた線分との間に広がる。変換器108において、圧力が加わる可能性のある空洞112に隣接する接合部終端を有する破壊可能性のある層の間どの接合部も、変換器112が破壊せずに動作できる爆発的圧力を増大させるため、本発明に従った構成とされている。

好ましくは、変換器32, 82, 88および108はさらに、過

圧から測定ダイヤフラム自体を保護するための一般的な手段をも含む。多くの形式の異なる変換器が本発明の広い範囲内にある。例えば、層94は図8および10の層66で置き換えられる。層94は図3の層34および36間、図8の層34および66間、図10の層126および66間、ならびに図10の層66および116間に挿入することができる。層34, 90および126はそれらの底面



に前記タブ104のようなタブを有することができる。強固な接合部を形成するため前記タブ102, 104のようなタブを有する層が使用された場合、タブの相対的な可撓性を利用するため、接合部境界の終端は前記タブの自由端またはその近傍に配置すべきであり、そうすることで、接合部境界に隣接する応力の大きさが低減し、その結果、接合部終端にあるいかなる割れに関しても応力強度ファクタが低減する。図1, 3ならびに6ないし10の壁面形状の断面図は内部空洞を囲む壁の形状を表している。

本発明を好ましい実施例を参照して説明したが、当業者は本発明の精神および範囲から逸脱することなく形式上および詳細の変更を為し得ることを認識することができるであろう。圧力変換器以外の微細機械加工された装置、例えば温度センサ、解析センサ、もしくは流量センサ、またはこれらの部分は、本発明の強固接合部によって利益を得ることができる。接合された層は破壊され易いどのような材料からでも構成されることができる。

【図1】

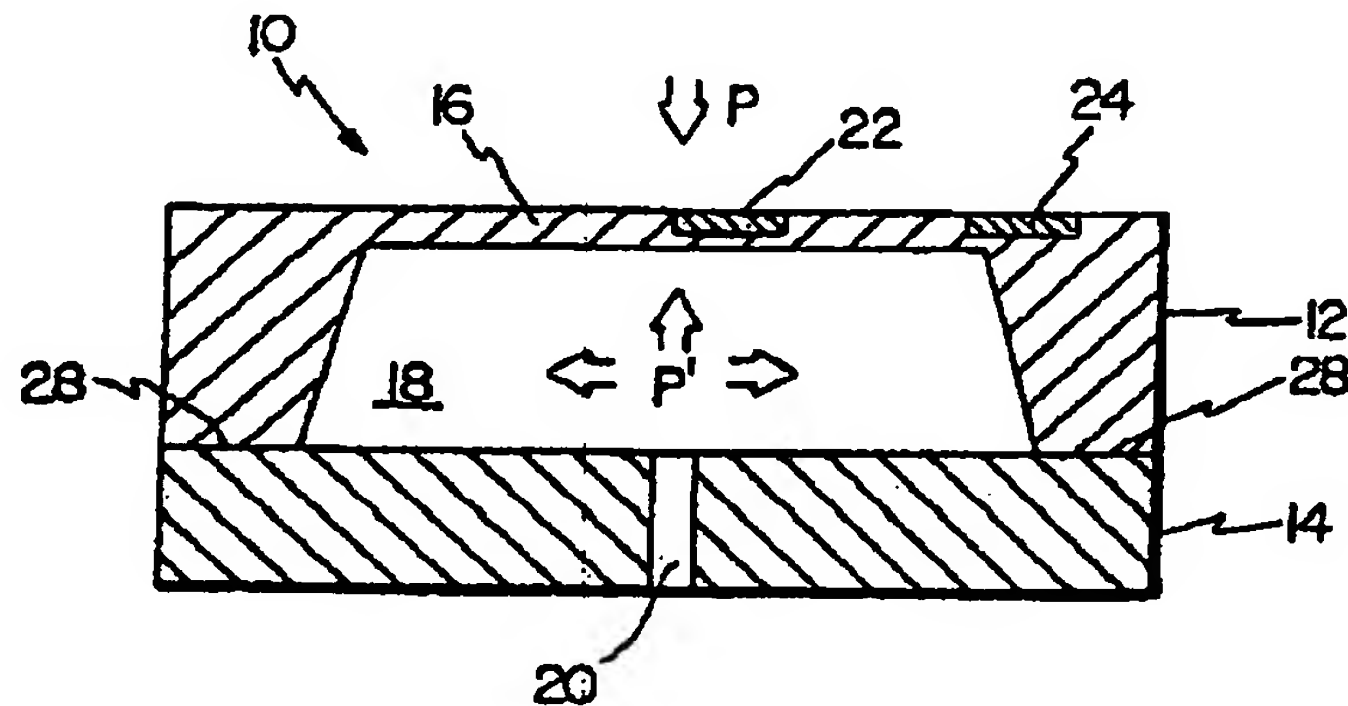


Fig. 1

従来技術

【図2】

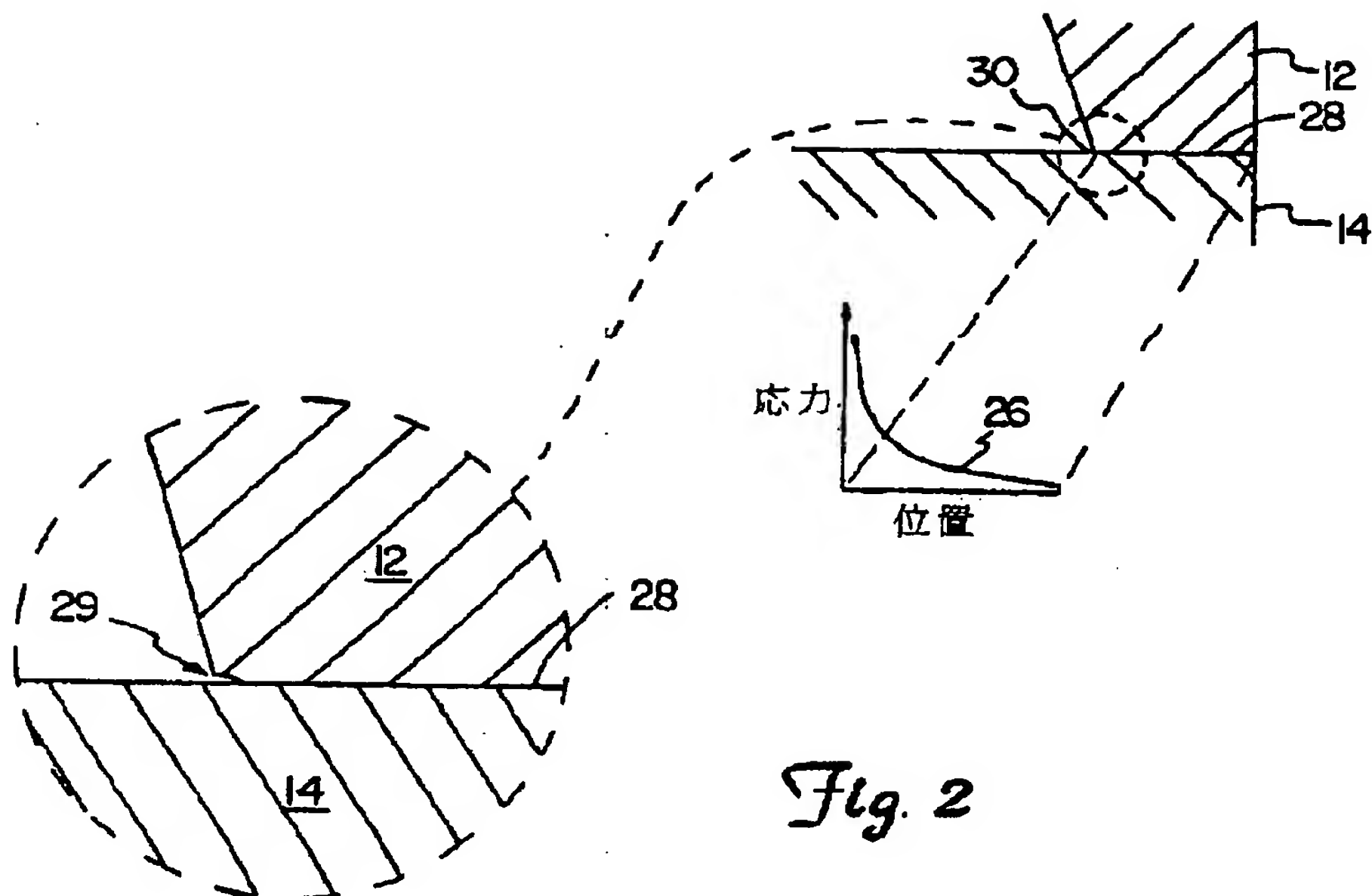


Fig. 2

【図3】

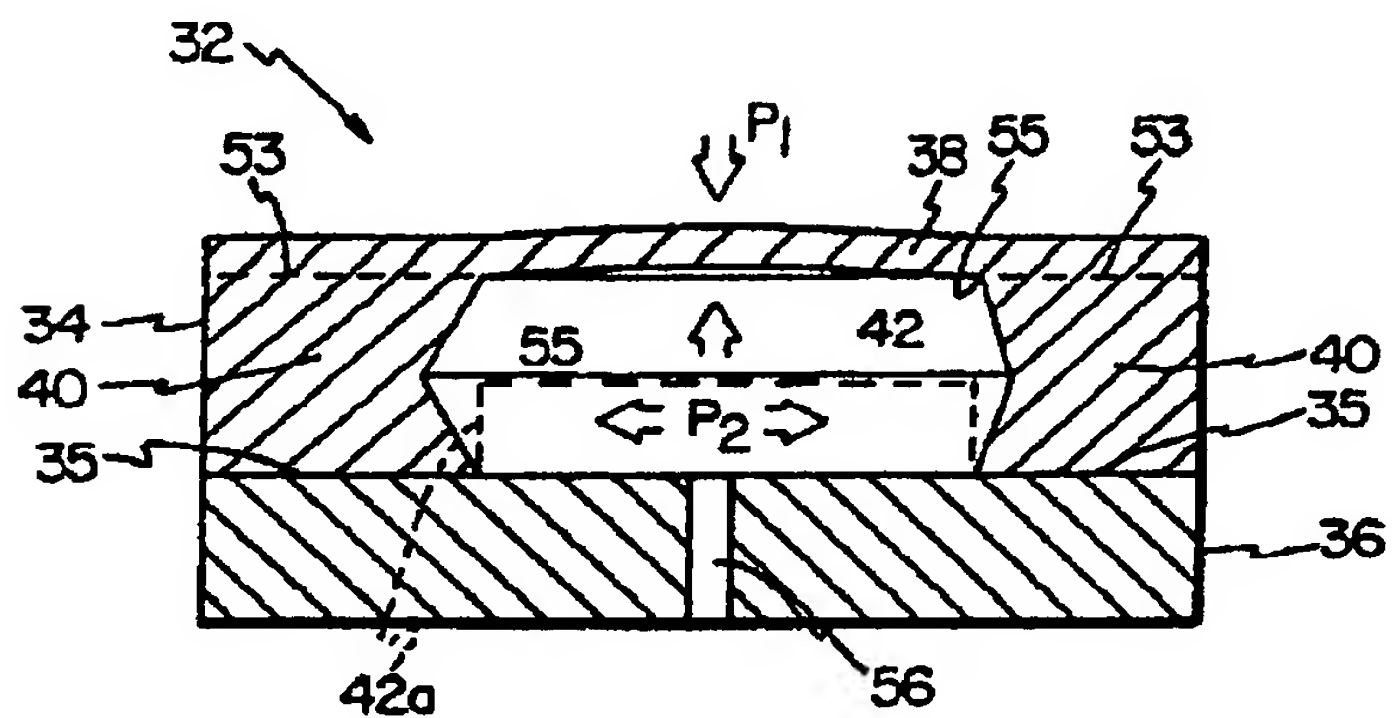


Fig. 3

【図4】

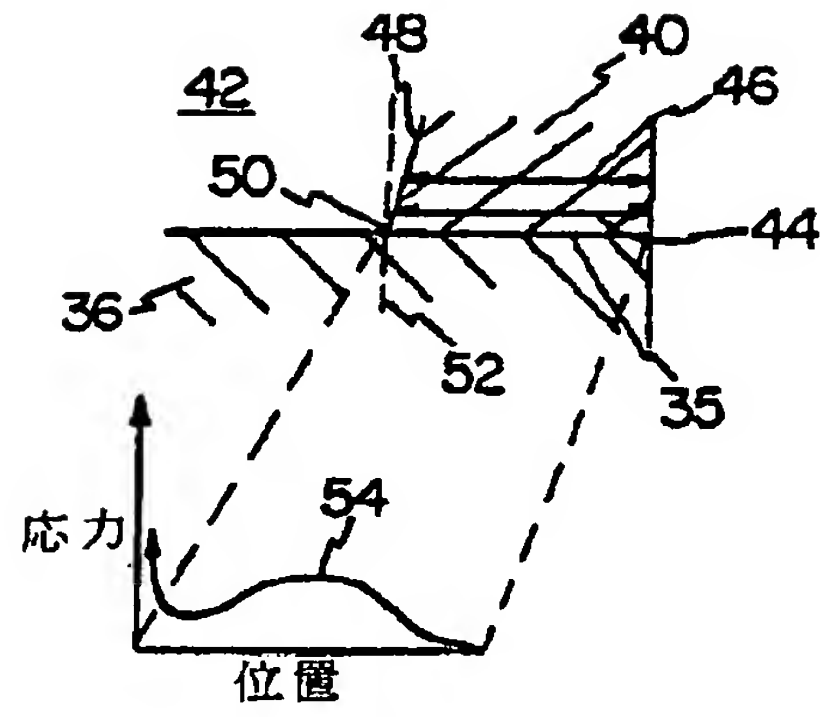


Fig. 4

【図5】

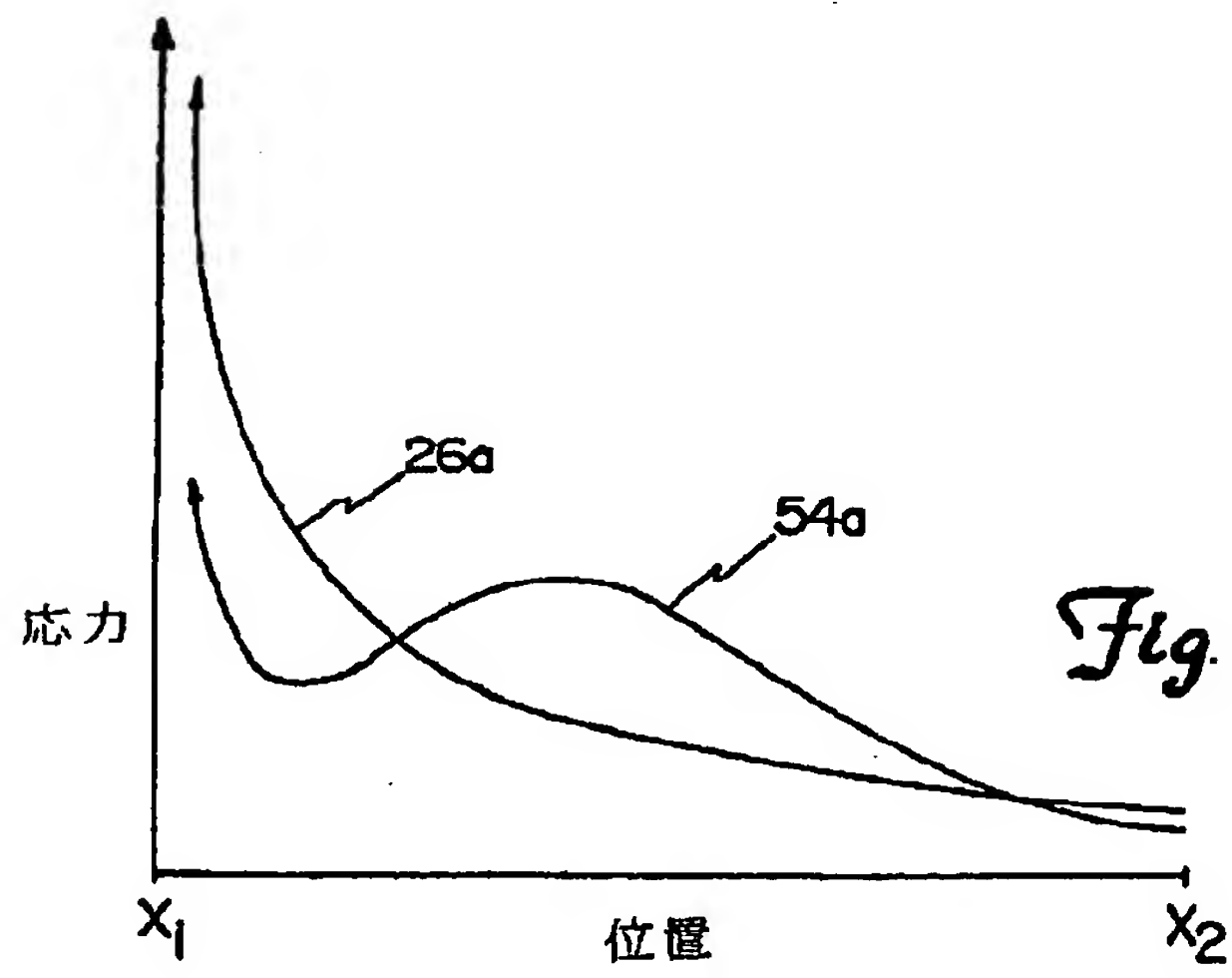
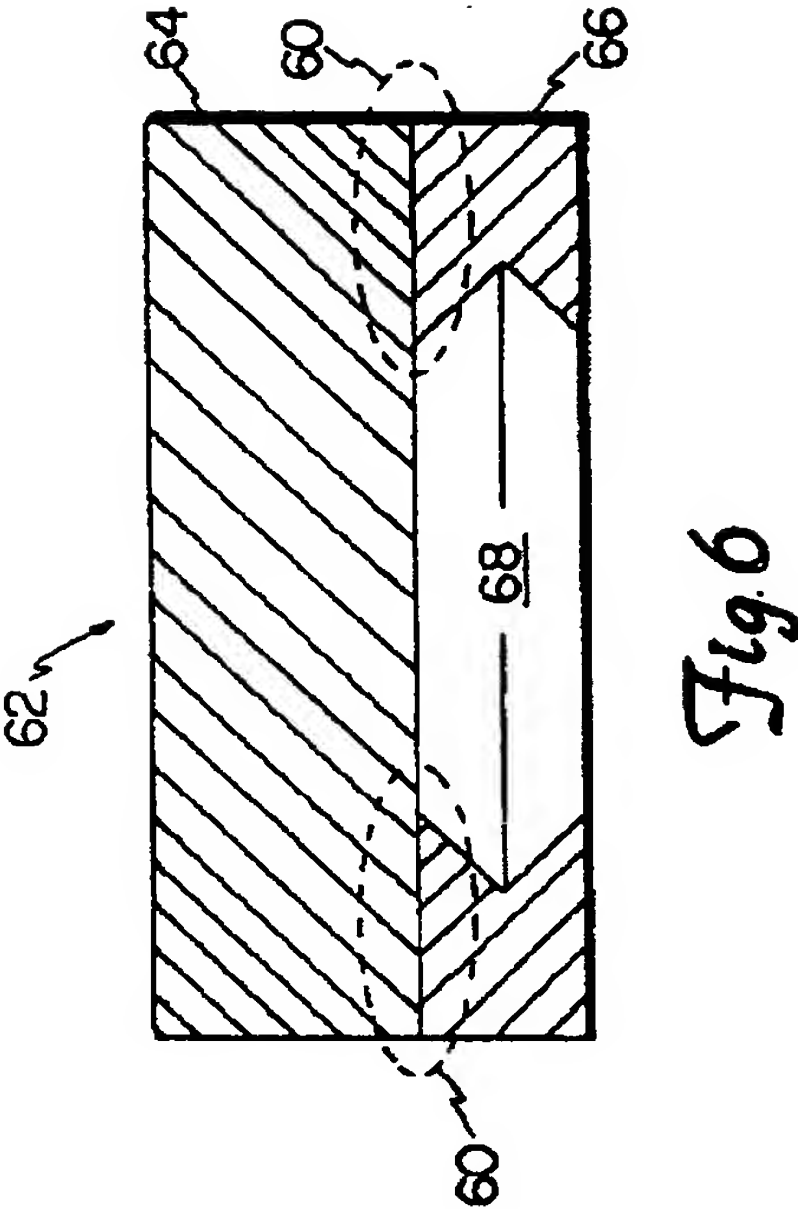
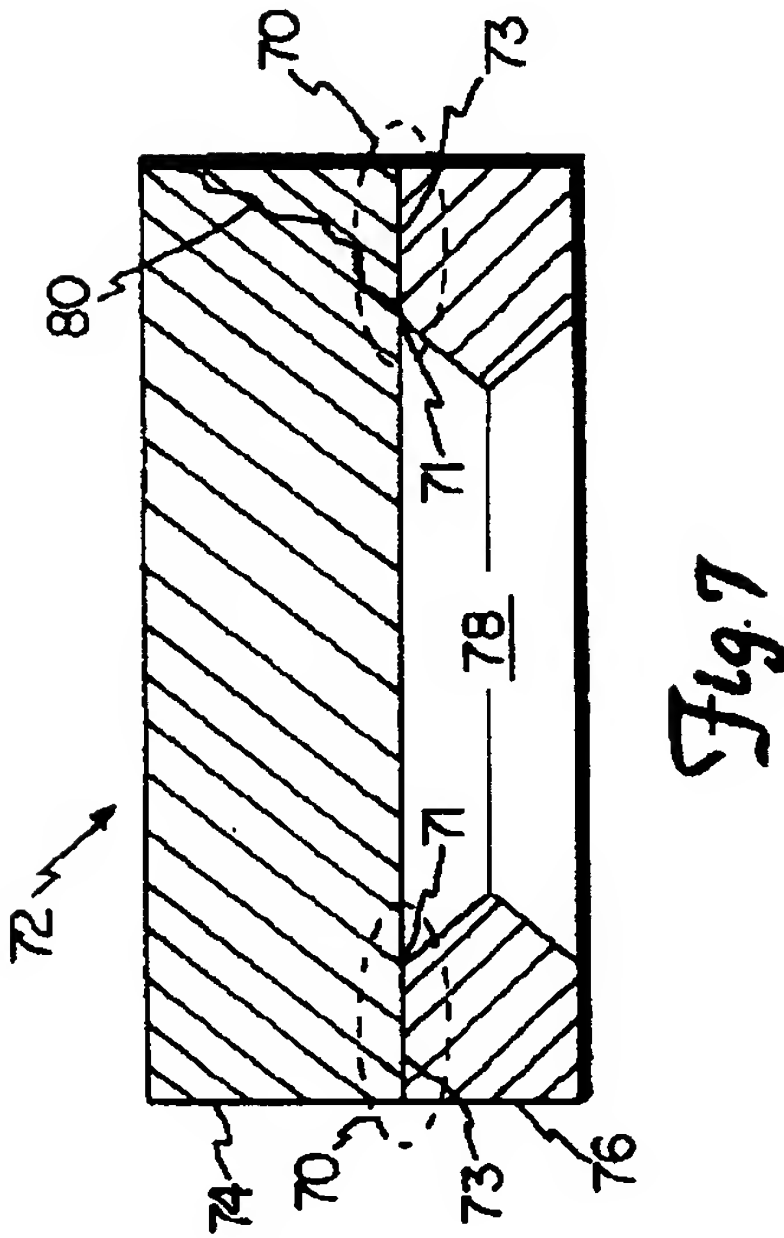


Fig. 5

【図6】



【図7】



【図 8】

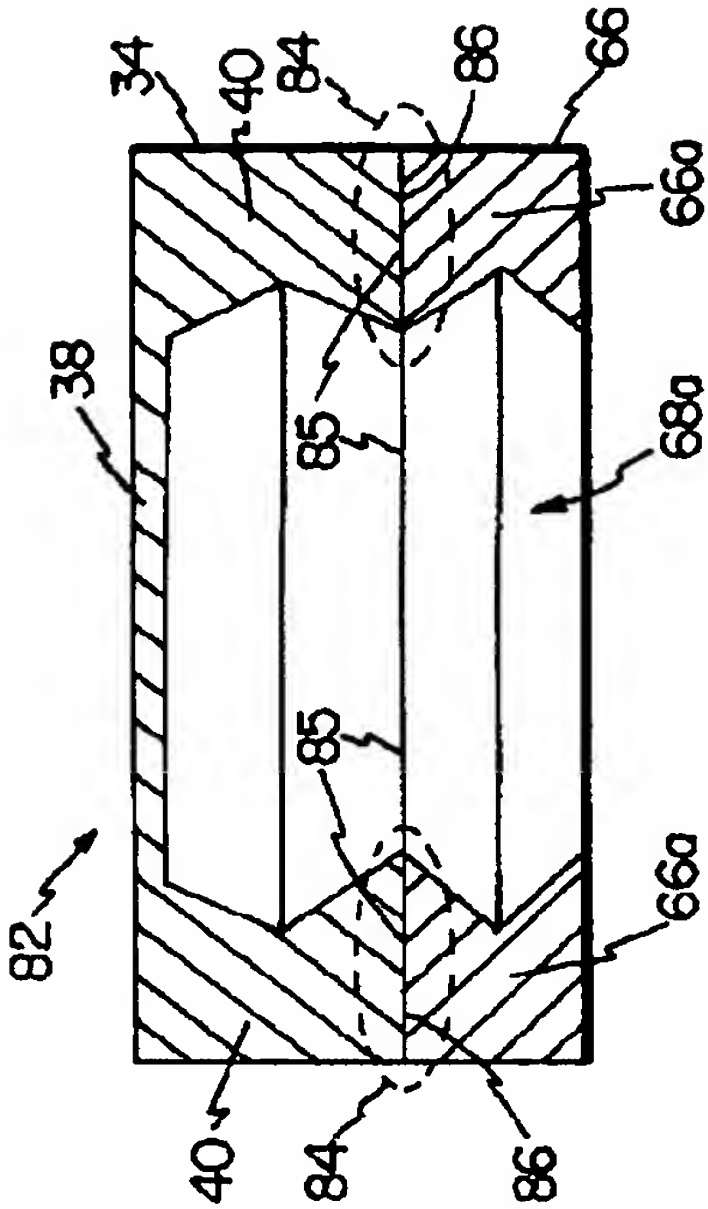


Fig. 8

【図 9】

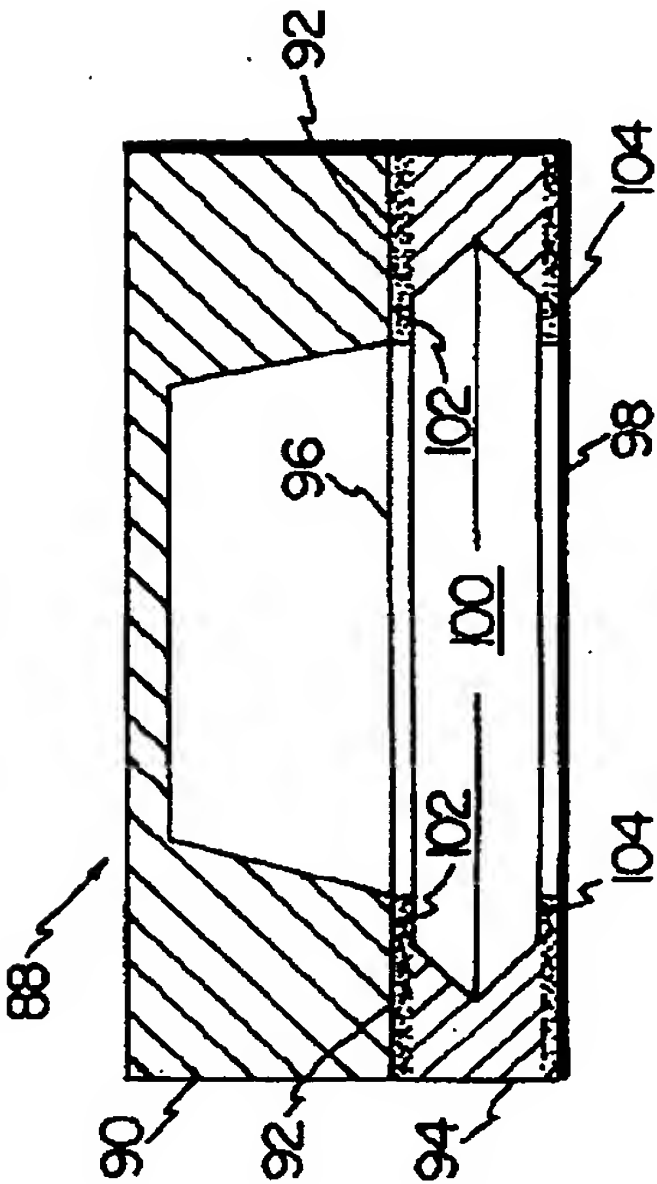
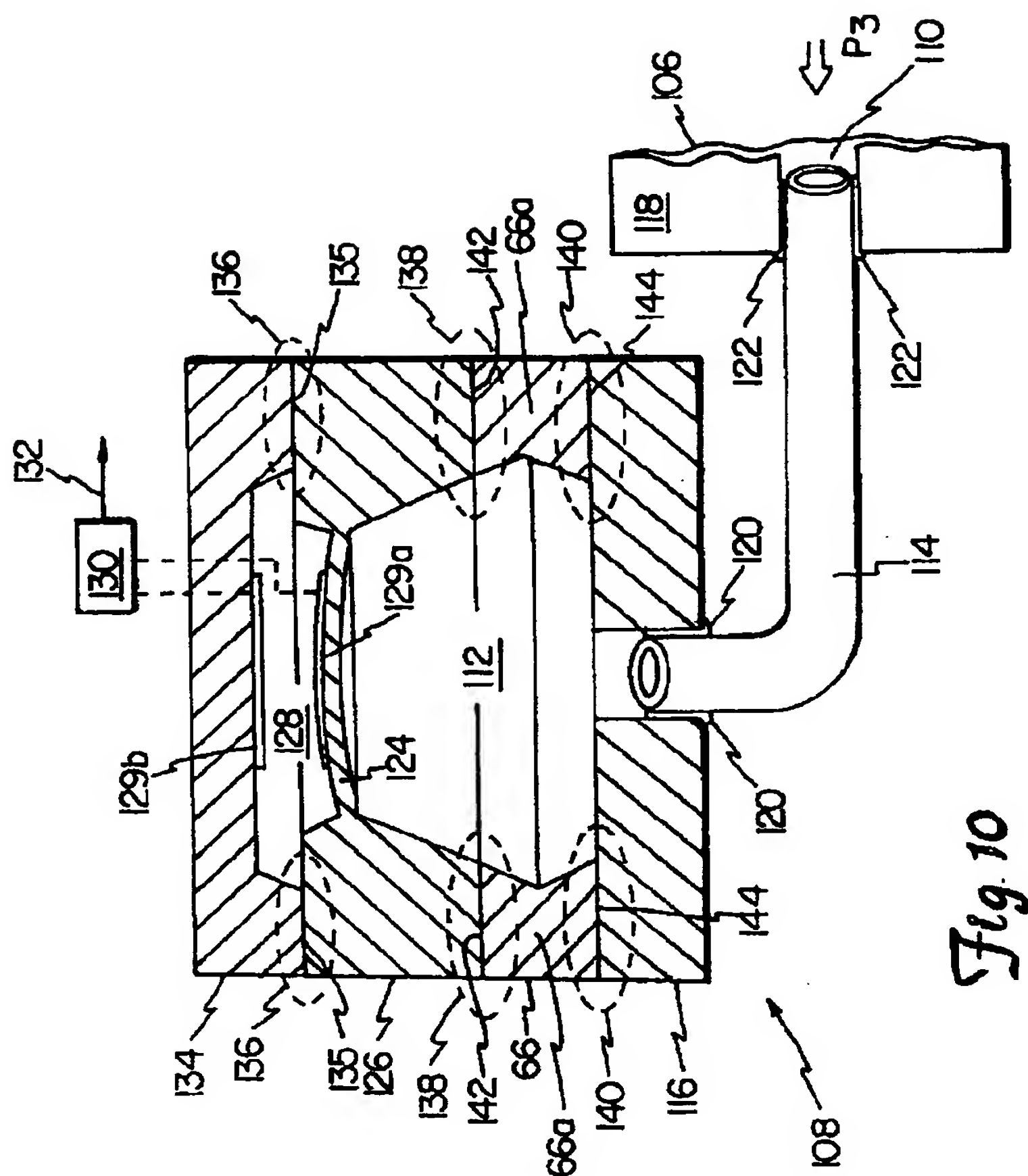


Fig. 9

【図10】





## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No  
PCT/US 95/02245

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G01L9/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 600 912 (MARKS ET AL.) 15 July 1986 see abstract; figure 2	1
A	GB,A,2 253 739 (ROBERT BOSCH GMBH) 16 September 1992 see abstract; figure 5A	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "R" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  16 June 1995		Date of mailing of the international search report  30.06.95
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Zafiropoulos, N

## INTERNATIONAL- SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/US 95/02245

Parent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4600912	15-07-86	NONE	
GB-A-2253739	16-09-92	DE-A- 4107658	17-09-92
		JP-A- 5075176	26-03-93
		US-A- 5273939	28-12-93

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

Docket # 24PINTN10356Applic. # 10/623,068Applicant: Timme et al.

Lerner Greenberg Sterner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**